



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 28 088 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 05 D 1/04**  
B 05 B 17/06  
B 05 B 5/025  
// B 01 J 19/10

②① Aktenzeichen: P 43 28 088.9  
②② Anmeldetag: 20. 8. 93  
④③ Offenlegungstag: 23. 2. 95

DE 43 28 088 A 1

⑦① Anmelder:

Goldschmidt, Artur, Prof. Dr., 33098 Paderborn, DE;  
Hohmann, Günter, Dipl.-Chem., 33014 Bad Driburg,  
DE; Bauckhage, Klaus, Prof. Dr., 28355 Bremen, DE;  
Schreckenbergl, Peter, Dipl.-Ing., 28277 Bremen, DE

⑦④ Vertreter:

Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 80336  
München; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 20354 Hamburg;  
Wehnert, W., Dipl.-Ing., 80336 München; Döring, W.,  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., 40474 Düsseldorf;  
Siemons, N., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 20354  
Hamburg

⑦② Erfinder:

gleich Anmelder

⑥④ Verfahren zum Beschichten von Werkstücken mit organischen Beschichtungsstoffen

⑤⑦ Erfindungsgemäß werden organische Beschichtungsstof-  
fe, wie gelöste Systeme oder Schmelzen, in einem Ultra-  
schall-Stehwellenfeld zerstäubt und gleichzeitig elektrosta-  
tisch aufgeladen und direkt auf ein zu beschichtendes  
Werkstück überführt. Durch die Direktbeschichtung von  
Fluiden oder Schmelzen, wie lösemittelfreien Polymer-  
schmelzen läßt sich die getrennte Herstellung und Lagerung  
sowie Beschichtung von Pulverlacken vermeiden. Mit Hilfe  
der elektrostatischen Aufladung und der durch die Ultra-  
schallzerstäubung entstehenden Harzpartikel läßt sich die  
Auftragsrate beim Beschichten deutlich erhöhen.

DE 43 28 088 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten von Werkstücken mit organischen Beschichtungsstoffen.

Verfahren zum Zerstäuben von organischen Beschichtungsstoffen sind bekannt, z. B. aus PCT WO 92/00342. Bei dem bekannten Verfahren werden wärmehärtbare Kunstharze in einem Extruder aufbereitet und anschließend zerstäubt. Das in Form eines Aerosols vorliegende Zerstäubungsprodukt ergibt nach Abkühlen auf Raumtemperatur ein rieselfähiges Pulver oder Granulat mit mehr oder weniger kugelförmigen Harzpartikeln. Dieses Produkt ist lagerfähig und wird mit Hilfe an sich bekannter Verfahren, wie Sprüh- und Spritzeinrichtung auch unter Zuhilfenahme elektrostatischer Aufladung zum Beschichten von Werkstücken verwendet. Zur Herstellung des Granulats bedient man sich bekannter Rotationszerstäuber oder Zerstäuber mit Hochgeschwindigkeitsgasströmen.

Aus der vorgenannten Druckschrift ist auch bekannt, die Zerstäubung in einem stehenden Ultraschallfeld vorzunehmen, das von zwei auf einer gemeinsamen Schwingerachse einander mit Abstand gegenüberliegenden aktiven Ultraschallschwingen mit im wesentlichen gleichen Kenngrößen erzeugt wird. Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus DE 37 35 787 bekannt. Diese Vorrichtung erlaubt die Vernebelung von extrem hochviskosen Fluiden. In einer weiteren Ausgestaltung der bekannten Vorrichtung (DE 37 35 787) sind die Ultraschallschwinger im Bereich einer Düse und einer Gaszufuhrleitung angeordnet und zerstäubte Metallpartikel werden in einem Druckbehälter kompaktiert. Es ist auch bekannt (DE 39 39 178) zusätzlich zu den Zerstäubungsfluidstrahlen mindestens einen Zusatzfluidstrahl in das Ultraschallfeld einzuleiten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem organische Beschichtungsstoffe direkt verarbeitet werden können, also Werkstücke direkt zu beschichten.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird das als Beschichtungsstoff dienende Fluid oder Schmelze dem elektrostatisch aufgeladenen Stehwellenzerstäuber zugeführt und gelangt nach der Zerstäubung ohne Zwischenlagerung direkt auf das Werkstück. Die zusätzliche elektrostatische Aufladung des durch Erhitzen fluidisierten Beschichtungsstoffes fördert den Zerstäubungsprozeß durch Herabsetzen der effektiven Oberflächenspannung und führt gleichzeitig wegen des wirksamen elektrischen Feldes zu einem gezielteren Transport der Partikel zum Werkstück. Durch die abfallarme Überführung des Aerosols auf das Werkstück ergibt sich ein verringerter Werkstoffverlust und eine wirtschaftlichere Oberflächenvergütung.

Durch den Einsatz von Stehwellenzerstäubern gelingt es somit, neben den heute üblichen durch Lösemittel verdünnten Harzlösungen auch lösemittelarme bzw. lösemittelfreie Filmbildner in Aerosole bzw. runde oder rundliche Festpartikel oder Tropfen zu überführen. Selbst bei Raumtemperatur feste, d. h. klebfreie Harze können nach Verflüssigung ohne jegliche weitere Verdünnung durch flüchtige Lösemittel mit Stehwellenzerstäubern verarbeitet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt daher eine direkte Beschichtung von Werkstücken mit zerstäubbaren Fluiden, die ein breites

Viskositätsspektrum aufweisen. Auf den Einsatz von Lösemitteln kann teilweise oder sogar vollständig verzichtet werden. Überschüssiges, d. h. das Werkstück verfehlendes Material kann durch die Klebfreiheit der Einzelpartikel ohne aufwendige verfahrenstechnische Maßnahmen durch Filter oder Zyklone zurückgewonnen werden und steht damit für einen erneuten Einsatz als Beschichtungsstoff zur Verfügung.

Durch die elektrische Aufladung der Aerosole und durch den gleichzeitig geringen Eigenimpuls bei Stehwellenzerstäubung sind hohe Materialausbeuten zu erreichen.

Die Anwendung von Stehwellenzerstäubern mit elektrostatischer Unterstützung hat gerade bei der Direktverarbeitung von aufgeschmolzenen Festharzen Vorteile, da beim Zerstäuben und direktem Beschichten von Werkstücken wegen des Entfallens von Anforderungen an die Blockfestigkeit die Verwendung von Harzen mit niedrigerer Glastemperatur als sie bei herkömmlicher Pulverlackiertechnologie üblich ist, möglich wird. Damit sind niedrigere Aufschmelztemperaturen zu erreichen. Ein besserer Verlauf wird auch bei dünneren Schichten erzielt. Dies verbessert die Qualität und erspart Material. Ferner entfallen bei Einsatz von Stehwellenzerstäubern zur Direktverarbeitung von Polymerschmelzen im Vergleich zur herkömmlichen Pulverlackiertechnik kostenintensive Mahlprozesse. Die sphärische Partikelform des Zerstäubungsproduktes gewährleistet eine gleichmäßigere Verteilung der statischen Aufladung an der Oberfläche und führt zu einer gleichmäßigeren Schichtverteilung. Schließlich spielt die Lager- bzw. Transportfähigkeit des Beschichtungsstoffes keine Rolle mehr, da die Zerstäubung und Beschichtung unmittelbar aufeinander folgen.

Insgesamt bietet deshalb die elektrostatisch unterstützte Ultraschall-Stehwellenzerstäubung nicht nur graduelle Verbesserungen derzeitiger Applikationstechniken, sondern eröffnet völlig neue Wege für die Erarbeitung einer schadstofffreien Lackiertechnologie.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Sonotroden und der Schmelzezuführung,

Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 in geänderter Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei wird der zu zerstäubende Beschichtungsstoff, nämlich ein Fluid oder eine Schmelze aus einer Aufbereitung 1 über eine Leitung 2 in ein Zuführorgan 3 überführt, aus dem das Fluid bzw. die Schmelze in ein stehendes Ultraschallfeld 4 überführt wird, das von zwei auf einer gemeinsamen Schwingerachse einander mit Abstand gegenüberliegenden aktiven Ultraschallschwingern 5, 6 mit im wesentlichen gleichen Kenngrößen erzeugt wird. Das Fluid bzw. die Schmelze wird strahlförmig in mindestens einen Druckknotenbereich der Stehwelle eingeleitet. In der Zeichnung sind zwei Schwinger 5 und 6 dargestellt, doch können auch mehrere, einander gegenüberliegende Schwingerpaare in Winkeln zueinander versetzt vorgesehen sein. Die im Ultraschallfeld herrschende Energie ist von der Anzahl der Schwinger, deren Anordnung und Form, sowie von ihrer Leistung, der in der Stehwelle ausgebildeten Druckknotenzahl sowie der Auslaufhöhe abhängig. Hierzu wird insbesondere auf DE 37 35 787 hingewiesen. Die Ultraschallschwin-

ger 5, 6 sind an eine Stromversorgung 8 angeschlossen, die im einzelnen nicht dargestellt ist, die aber wie bekannt jeweils aus einem Generator und einem Konverter besteht. Für die Anlage ist ferner ein Hochspannungsgenerator 10 vorgesehen, der einerseits am Erde gelegtes und andererseits über eine Hochspannungsverbindung 11 an das Zuführorgan 3 und die Schwingereinheiten 5 und 6 angeschlossen ist. Über das Zuführorgan 3 und die Zuleitung 2 liegt somit auch die Aufbereitung 1 für das Fluid bzw. die Schmelze an Hochspannung wie auch die Stromversorgung 8 über die Schwingereinheiten 5 und 6. Deshalb müssen alle Bauteile 1 bis 10 gegenüber Erde isoliert angeordnet sein. Dies ist im einzelnen nicht dargestellt. Darüberhinaus muß die Stromversorgung 8 für die Schwingereinheiten 5 und 6 netzunabhängig sein, da sonst trotz der Isolierung der Stromversorgung 8 gegen Erde über die Netzzuleitung zur Stromversorgung eine Verbindung zur Erde erfolgt. Die elektrische Energie für die Stromversorgung 8 wird deshalb zum Beispiel in einem Generator erzeugt, der von einem Elektromotor über eine isolierte Welle angetrieben wird, oder auch durch einen Trenntransformator usw. (nicht dargestellt).

Der in einen oder mehrere Druckknotenbereiche der Stehwelle eingeleitete Beschichtungsstoff wird zerstäubt und gelangt direkt als Aerosol 15 auf ein geerdetes Werkstück 16, das gegebenenfalls auch beweglich angeordnet ist, um vollständig beschichtet zu werden.

In der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtungen zur Ultraschallzerstäubung mit gleichzeitiger elektrostatischer Aufladung sind sowohl gelöste Systeme als auch organische Schmelzen zerstäub- und applizierbar. Die Zuführung gelöster Lacksysteme, wobei darunter konventionelle, lösemittelhaltige Lacksysteme, aber auch Wasserlacke zu verstehen sind, erfolgt durch eine Leitung (z. B. Ringleitung). Auch Systeme, die bei Raumtemperatur flüssig sind und/oder durch Einsatz von reaktiven Verdünnern verflüssigt werden können, werden auf diese Weise zugeführt. Damit können chemisch reagierende und thermoplastische Lackmaterialien verarbeitet werden.

Für Pulverlacke, die aus einer Schmelze verarbeitet werden müssen, erfolgt die Aufbereitung durch vorheriges physikalisches Abmischen und anschließendes Compoundieren in einem nicht dargestellten Extruder. Der Extruder führt das Material über das Zuführorgan 3 in die Stehwelle 4. Andererseits kann als Ausgangsstoff auch ein Granulat verwendet werden, das in der Aufbereitung 1 in einem Extruder aufgeschmolzen wird.

Fig. 2 zeigt das Sonotrodenpaar 5, 6 und das Zuführorgan 3. Wie bereits erwähnt, erfolgt die Zuführung der Schmelze oder des Fluids strahlförmig z. B. über ein inneres Zuführrohr 18 unmittelbar in einem Druckknotenbereich der Stehwelle. Durch ein konzentrisches Außenrohr 19 kann Heißluft eingeführt werden, um während der Disintegration des Beschichtungsstoffes den Prozeß durch zusätzliche Zufuhr von Wärmeenergie in Form der Heißluft zu unterstützen. Ferner kann der Prozeß durch Infrarotstrahlung unterstützt werden, wie dies in Figur 2 angedeutet ist. Wie beschrieben, liegt die gesamte Zerstäubungseinrichtung mit den Sonotroden 5 und 6 sowie dem Zuführorgan 3 und den Zuführungsrohren am Hochspannungspotential. Die Aufladung des Fluids bzw. der Schmelze kann nach erfolgter Zerstäubung zusätzlich noch über eine Außenaufladung durch an Hochspannung liegende getrennte Elektroden in Form einer Koronaentladung erfolgen. Solche Elektroden sind nicht dargestellt. Somit wird einerseits das

Fluid bzw. die Schmelze direkt in Kontakt mit dem hochspannungsführenden Rohr 18 elektrostatisch aufgeladen, wie durch zusätzliche Elektroden. Die Kombination beider Möglichkeiten liefert eine bestmögliche Teilchenaufladung.

Fig. 3 zeigt eine ähnliche Darstellung mit den Sonotroden 5 und 6, in der das Zuführrohr 18 für die Schmelze bzw. des Fluids von einem Heizleiter 20 umgeben ist, um Wärmeenergie zuzuführen. Heißluft und/oder Infrarotstrahlung kann in Pfeilrichtung 21 auf den Zerstäubungsbereich einwirken.

Die Härtung der Beschichtung auf dem Werkstück kann in üblicher Weise erfolgen, z. B. mit Konvektionstrocknern, Infrarothärtung und Kombinationen hiervon, soweit es sich um chemisch reagierende Systeme handelt. Ist der eingesetzte Beschichtungsstoff jedoch strahlenhärtend, so muß die Zufuhr geeigneter Strahlung erfolgen, z. B. Elektronenstrahlhärtung oder UV-Härtung.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten von Werkstücken mit organischen Beschichtungsstoffen, die strahlförmig in mindestens einem Druckknotenbereich eines stehenden Ultraschallfeldes eingeleitet werden, das von zwei auf einer gemeinsamen Schwingerachse einander mit Abstand gegenüberliegenden aktiven Ultraschallschwingern mit im wesentlichen gleichen Kenngrößen erzeugt wird, die dann im Ultraschallfeld zu einem Zerstäubungsprodukt zerstäubt werden, das gleichzeitig elektrostatisch aufgeladen und direkt auf das Werkstück überführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschallschwinger und deren Energieversorgung, sowie die Aufbereitungs- und Zuführorgane der Beschichtungsstoffe isoliert und an ein Hochspannungspotential gelegt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerstäubungsprodukt zusätzlich an Hochspannungselektroden aufgeladen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zerstäubungsprozeß vor und/oder nach dem Einleiten der Beschichtungsstoffe in das stehende Ultraschallfeld durch Zufuhr von Wärmeenergie unterstützt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Heißluft in die Druckknotenbereiche des stehenden Ultraschallfeldes eingeleitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Heißluft konzentrisch zum Strahl oder mindestens in Sprühdichtung der Beschichtungsstoffe eingeleitet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Infrarotstrahlung auf das Zerstäubungsprodukt im Ultraschallfeld gerichtet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtungsstoffe im Zuführorgan erwärmt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufbereitung polymerer Schmelzen als Beschichtungsstoff in einem Extruder erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Extruder eine Harzmischung in

Granulatform oder als physikalisch vorgemischte  
Pulverform zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung gelö- 5  
ster Lacksysteme, Schmelzen oder bei Raumtem-  
peratur flüssiger, lösemittelfreier Lacksysteme aus  
einem Vorratsbehälter über Leitungen erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



